

学校编码: 10384

分类号_____密级_____

学号: 15620131152099

UDC _____

厦 门 大 学

硕 士 学 位 论 文

隐含波动率曲面的联动性及其影响因素的实证分析

The Empirical Analysis on The Co-movement and Influenced Factors of
Implied Volatility Surface

林 帅

指导教师姓名: 郑 振 龙 教 授

专 业 名 称: 金 融 工 程

论文提交日期: 2016 年 4 月

论文答辩时间: 2016 年 4 月

学位授予日期: 2016 年 6 月

答辩委员会主席: _____

评 阅 人: _____

厦门大学学位论文原创性声明

本人呈交的学位论文是本人在导师指导下,独立完成的研究成果。本人在论文写作中参考其他个人或集体已经发表的研究成果,均在文中以适当方式明确标明,并符合法律规范和《厦门大学研究生学术活动规范(试行)》。

另外,该学位论文为()课题(组)的研究成果,获得()课题(组)经费或实验室的资助,在()实验室完成。(请在以上括号内填写课题或课题组负责人或实验室名称,未有此项声明内容的,可以不作特别声明。)

声明人(签名):

年 月 日

厦门大学学位论文著作权使用声明

本人同意厦门大学根据《中华人民共和国学位条例暂行实施办法》等规定保留和使用此学位论文，并向主管部门或其指定机构送交学位论文（包括纸质版和电子版），允许学位论文进入厦门大学图书馆及其数据库被查阅、借阅。本人同意厦门大学将学位论文加入全国博士、硕士学位论文共建单位数据库进行检索，将学位论文的标题和摘要汇编出版，采用影印、缩印或者其它方式合理复制学位论文。

本学位论文属于：

（ ） 1. 经厦门大学保密委员会审查核定的保密学位论文， 于 年 月 日解密，解密后适用上述授权。

（ ） 2. 不保密，适用上述授权。

（请在以上相应括号内打“√”或填上相应内容。保密学位论文 应是已经厦门大学保密委员会审定过的学位论文，未经厦门大学保密委员会审定的学位论文均为公开学位论文。此声明栏不填写的，默认为公开学位论文，均适用上述授权。）

声明人（签名）：

年 月 日：

摘 要

目前我国已经推出上证 50ETF 期权，并将于近期推出沪深 300、上证 50、中证 500 股指期权，全面进入期权时代。推动中国期权市场的健康发展，是中国金融学界、实务界以及监管层都十分关注的问题。如果期权市场之间存在联动性，那么就可以将联动性的结论用以构建更精确的 IVS，进而为投资者提供更精确的定价和风控，为全球化、多样化投资提供新的思路 and 策略。并通过对期权市场联动性的研究，能够更好地把握不同期权市场的特征以及投资者的偏好。

本文以期权市场最为发达和完善的美国期权市场以及运行多年、投资者行为特征十分类似中国的台湾期权市场为研究对象，首先构建了不同市场的期权隐含波动率曲面模型，主要研究两个期权市场隐含波动率曲面的特征及其市场之间的联动性。对于期权市场联动性的研究，是从拟合隐含波动率曲面的 β 系数之间的联动性切入，并进一步考察影响该 β 系数联动性的经济因素。

本文通过实证发现，台湾期权市场和美国期权市场的隐含波动率之间相关性较为显著，并且在一定程度上互为格兰杰因果。进一步分析发现，拟合隐含波动率曲面的 β 系数之间也存在着联动性，其中，两个期权市场关于在值程度的斜率互为负相关关系，而关于剩余期限的斜率互为正相关关系。同时，不同 β 系数之间也是互为格兰杰因果。为了得到相关的结论，在实证设计时，首先，用 Black-Scholes-Merton 公式推出隐含波动率（IV），利用隐含波动率与在值程度、剩余期限之间的关系拟合静态的波动率曲面。其次，构建由第一步中获得的系数 β 的时间序列模型，得到系数 β 的时间序列之后，即可采用格兰杰因果检验、脉冲响应分析、方差分解等方法进行联动性分析。并得到一些有用的结论。

本文接着探讨影响系数 β 的经济因素，力求从系数 β 的影响因素这一角度来进一步探讨两个期权市场的联动性问题。发现历史波动率、标的资产交易量、市场动量指标以及期权市场交易量等经济变量可以很好地解释系数 β 的变动。在考察台湾和美国期权隐含波动率曲面系数 β 的联动性时，则引入了与世界经济波动较为密切的布伦特原油以及黄金的价格走势作为解释变量。

关键词：隐含波动率曲面； β 系数；VAR 模型；联动性

厦门大学博硕士论文摘要库

Abstract

At present, China has launched the Shanghai 50ETF options, and will soon launch the CSI 300, SSE 50, CSI 500 stock index options in the near future, which is getting full access to the option era. The healthy development of China's options market is a very concerned problem in China's financial, practical and regulatory issues. If there is co-movement between the options market, then conclusion of co-movement can be used to build a more accurate IVS, which can be used to provide more accurate pricing and risk control, as well as to provide more strategies for globalized and diversified investment. And through the research on the co-movement of options market, we can better understand the characteristics of different options markets and the preference of investors.

In order to provide a reference for the development of China's continental options market, this paper study the USA S&P 500 index option market, which is the most developed market, and Taiwan weighted index option market, which is very closed to continental options market. Firstly, we construct the option implied volatility surface model of different markets, mainly study the characteristics and the linkage of the two options market implied volatility surface, and further investigate the economic factors that affect the implied volatility surface.

Through empirical result we can conclude that there really exists co-movement between Taiwan and USA options markets. The correlation between implied volatility of different options markets is significant, and Granger causes each other. Further study indicates that there is also co-movement between β s. When it comes to the influenced factors, historical volatility, volume of underlying, momentum indicator and volume of options all play an important role in explaining the variation of β . Meanwhile, the price of Brent crude and Gold is a vital key in explaining the co-movement of β s.

Key words: Implied Volatility Surface; β ; VAR Model; Co-movement

目录

第一章 引言	1
1.1 选题背景和研究动机	1
1.2 研究内容与主要结论	2
1.3 本文贡献与创新	4
1.4 本文结构	4
第二章 文献综述	6
2.1 动态隐含波动率微笑和曲面方面的研究	6
2.2 联动性方面的研究	9
2.3 隐含波动率的决定因素	11
第三章 样本数据与研究方法	14
3.1 隐含波动率数据选取	14
3.1.1 台湾期权隐含波动率的描述性统计	14
3.1.2 美国期权隐含波动率的描述性统计	17
3.1.3 两个期权市场隐含波动率的比较	20
3.2 隐含波动率因子 β 的估计	21
3.2.1 台湾隐含波动率曲面的横截面回归	21
3.2.2 美国隐含波动率曲面的横截面回归	23
3.2.3 期权隐含波动率曲面系数 β 对比	24
3.3 本章小结	27
第四章 中美期权联动性分析和动态模型设定	28
4.1 隐含波动率数据的初步分析	28
4.1.1 隐含波动率的相关性分析	28
4.1.2 隐含波动率的格兰杰因果关系检验	30
4.2 隐含波动率系数 β 之间的联动性分析	34
4.2.1 β 的相关度分析	35
4.2.2 β 的格兰杰检验	36
4.2.3 VAR 与脉冲响应分析	40

4.2.4 方差分解	43
4.3 本章小结	45
第五章 决定隐含波动率曲面整体形状的经济因素	46
5.1 β_2 的影响因素探讨	47
5.2 β_4 的影响因素探讨	51
5.3 联动机制下 β 之间的动态分析	55
5.3.1 平稳性检验	56
5.3.2 β 和共同因子动态模型实证结果	57
5.3.3 联动机制下波动率动态模型实证结果	58
5.4 本章小结	59
第六章 结论与展望	60
6.1 本文结论	60
6.2 研究展望	62
参考文献	64
致谢	68

Contents

1 Introduction	1
1.1 Background and Motivation	1
1.2 Research contents and Conclusions	2
1.3 Contribution	4
1.4 Structure	4
2 Literature Review	6
2.1 Research on Implied Volatility Surfaces	6
2.2 Research on Co-movement	9
2.3 Research on Determinants	11
3 Data and Methods	14
3.1 Data	14
3.1.1 Data Description for Taiwan Implied Volatility	14
3.1.2 Data Description for USA Implied Volatility	17
3.1.3 Comparison between two option markets	20
3.2 Estimation of Implied Volatility factor	21
3.2.1 Regression on Taiwan Implied Volatility Surface	21
3.2.2 Regression on USA Implied Volatility Surface	23
3.2.3 Comparison between the β two option markets	24
3.3 Summary for the Chapter	27
4 Implied Volatility Co-movement investigation and Model Specification	28

4.1 Preliminary analysis on Implied Volatility time series	28
4.1.1 Analysis of Implied Volatility correlation	28
4.1.2 Granger Causal Test of Implied Volatility.....	30
4.2 Analysis of the Co-movement of β.....	34
4.2.1 Correlation Analysis of β	35
4.2.2 Granger Causal Test of β	36
4.2.3 VAR and Impulse response	40
4.2.4 Variance Decomposition	43
4.3 Summary for the Chapter	45
5 Determinants of Implied Volatility Surface	46
5.1 Determinants on β_2	47
5.2 Determinants on β_4	51
5.3 Analysis on the joint model of β with common factors	55
5.3.1 Stationary Test	56
5.3.2 Empirical result of β and common factors.....	57
5.3.3 Empirical result of implied volatility model	58
5.4 Summary for the Chapter	59
6 Conclusion	60
6.1 Conclusion.....	60
6.2 Future Research.....	62
Literature.....	64
Acknowledgement	68

厦门大学博硕士论文摘要库

第一章 引言

1.1 选题背景和研究动机

目前我国已经推出上证 50ETF 期权，并将陆续推出沪深 300、上证 50、中证 500 股指期权，全面进入期权时代。期权的推出为中国金融市场的进一步完善提供了强劲推力。推动中国期权市场的健康发展，是中国金融学界、实务界以及监管层都十分关注的问题。

期权隐含波动率是在已知期权价格的情况下，由期权定价公式反推出来。由于隐含波动率与期权价格之间是一一对应的关系，所以隐含波动率常常被当做是期权价格的替代变量，用以反映标的资产的重要信息。期权隐含波动率可用来研究标的资产的预期收益率，标的资产未来的已实现波动率等。隐含波动率曲面（IVS）是指由隐含波动率、执行价格、剩余期限三者组成的三维关系。本文试图通过新的视角，即从不同期权市场隐含波动率曲面的联动性这一角度，来探究不同市场之间预测隐含波动率的可行性。选择该研究主题的原因有以下几点：

第一，金融全球化是大势所趋。股票市场和债券市场的联动性为投资者打开了新的投资窗口。作为资本市场不可或缺的衍生品市场之间又是否存在联动性呢？如果期权市场之间的确存在联动性，那么就可以为资产组合管理者全球化、多样化投资提供新的思路和策略。若隐含波动率曲面联动性的研究能提高预测隐含波动率的准确性，那么就可以提高期权价格预测的准确性，这对于期权的交易和风险管理都是十分重要的。

第二，通过对期权市场联动性的研究，能够更好地把握不同期权市场的特征以及投资者的偏好。少有文献涉及到期权联动性及其影响因素这个重要方面，本文也将从就此问题展开研究。

第三，已有的对隐含波动率预测的文献中，较为流行的是针对期权隐含波动率曲面动态变化方面的研究。为了刻画更为精准的期权隐含波动率曲面，许多学者在 BS 公式的基础上，放宽各种条件设定，以期能获取更为准确的模型来对期权进行定价。目前已有的文献大部分关注期权隐含波动率受自身资本市场的影响程度。然而隐含波动率曲面动态变化不仅与国内因素相关，而且与国际因素也

有一定的关联。建立隐含波动率曲面的动态模型以及准确预测隐含波动率对场内期权做市报价和场外期权定价具有关键作用。

第四，目前对隐含波动率曲面动态变化的特征及其可预测性的研究大部分集中于美国等发达的期权市场，而对新兴期权市场的研究则较少，并且期权市场之间联动性的文献更少。台湾与大陆一脉相承，其市场特征以及投资者特性都与大陆十分相似。作为新兴市场的代表，台湾期权市场具有开放程度高、交易活跃等优良特征。对于台湾期权市场与美国期权市场的联动性的研究结论，能为大陆期权市场的发展提供最直观的借鉴。

最后，由于不同股市与债市之间的联动性已经有大量的文献对此进行研究。然而，关于不同期权市场之间的联动性却少有研究涉及。究其原因，可能是由于各个地区的资本市场发展程度不同，特别是衍生品市场。如今，衍生品的迅猛发展使得整个资本市场更加活跃，并且资金在不同衍生品市场之间的流动也越来越体现出全球化的特征。影响衍生品定价的因素也是千变万化，如何从这些噪音中提取有用的信息，如何把握不同衍生品市场之间联动性，并且能够将其充分用于衍生品定价，就成为了关注的焦点。本文通过对新兴的期权市场的联动性的研究，能够有效地填补全球资本市场一体化在衍生品方面的空白。隐含波动率曲面的联动性是一个高维的概念，本文通过研究拟合该曲面的系数 β 之间的联动性，实现降维的目的，本文实证表明，系数 β 之间的联动性可以很好地反映隐含波动率曲面的联动性。这也为之后的研究打开一个新的视角。

1.2 研究内容与主要结论

本文选用来自美国期权市场以及台湾期权市场的数据，首先由五因子模型来拟合各自期权市场上的隐含波动率曲面，并得到因子 β 系数的矩阵。接着对不同期权市场的 β 系数构建 VAR 模型，进行相关度分析、格兰杰检验、脉冲响应分析和方差分解等，用以考察不同期权市场之间隐含波动率曲面的联动性。再次，本文还研究了影响隐含波动率曲面变化的经济因素，通过引入交易量、标的资产历史波动率、市场动量等指标，以探究系数 β 的影响因素。最后，探究联动机制下，金价和布伦特原油价格对于联动性的影响程度。

选择 S&P 500 股指期权作为研究对象的理由，主要在于美国期权市场是世

界上最成熟的期权市场，它具有高度的流动性，极强的产品创新能力，并且其活跃程度是世界上任何期权市场所无法比拟的。芝加哥期权交易所(CBOE)在1983年发行了世界上第一份股指期权产品。从此全球其他各交易所也纷纷推出各种各样的股指期权合约。股指期权产品在全球范围内获得了快速发展。由于拥有良好的市场基础以及先入优势，处于全球领先地位的美国股指期权是世界上最重要的期权合约。特别是美国芝加哥期权交易所发行的S&P 500股指期权，更是世界上交易最为活跃的期权合约之一。

而对于台湾期权市场的研究，则是因为台湾与大陆隔海相望，炎黄子孙一脉相承，两岸投资者的文化背景相似度较高，因此有必要将台湾市场作为研究样本，进行检验，从而可以为我国的金融市场发展提供参考。

具体研究内容如下：

首先，利用隐含波动率与在值程度(Moneyness)、剩余期限(Maturity)之间的函数关系，由五因子模型拟合静态的隐含波动率曲面。

其次，构建由第一步中获得的系数 β 的时间序列模型，可以得到美国和台湾期权市场上两组 β 的时间序列，由系数 β 的变化反映隐含波动率曲面的动态变化。

再次，运用相关性分析、格兰杰因果检验、脉冲响应分析、方差分解等方法，对两个期权市场的隐含波动率以及拟合隐含波动率曲面的系数 β 之间的联动性进行分析。

最后，引入新的经济因素作为解释变量，分别探讨不同的经济因素对波动率曲面以及曲面之间联动性的影响。

本文的主要结论为：

1. 不同在值程度和剩余期限的期权隐含波动率都呈现出非对称的微笑形态以及随时间递减的特性。
2. 拟合期权隐含波动率曲面的系数 β 随着时间波动的现象较为明显。
3. 台湾期权和美国期权的隐含波动率之间存在联动性，并且拟合隐含波动率曲面的系数 β 之间也存在联动性，由此说明两个地区期权市场的隐含波动率曲面之间存在联动性。联动性的具体表现在，当信息冲击期权市场时，美国和台湾的期权隐含波动率曲面都会发生一定程度的变化。并且这种变化能够通过一定的

传导机制影响另一个市场。其中，美国期权市场处于明显的中心地位，即信息冲击总是首先影响美国期权市场，再由美国期权市场传导至台湾期权市场。而逆向的影响则非常有限。

4. 标的资产的历史波动率、交易量，市场动量指标，期权交易量等经济变量都对系数 β 的变动产生一定的影响，也即影响本地期权市场的隐含波动率曲面的变化。

5. 作为能够有效反映世界经济变动的金价和布伦特原油价格对于台湾和美国期权市场的影响有所不同。其中，金价和油价对于台湾期权隐含波动率曲面的 β 系数影响十分微弱；油价对于美国期权隐含波动率曲面的 β 系数影响较为显著，而金价的影响则非常微弱。

1.3 本文贡献与创新

本文利用美国股指期权和台湾股指期权数据对不同市场的期权隐含波动率曲面的特征及其联动性进行实证研究，主要贡献有以下几点：

首先，本文首次对台湾期权市场和美国期权市场之间的联动性进行了研究。着重从隐含波动率角度来进行分析，发现了两个期权市场之间的确存在联动性。

其次，首次对拟合期权隐含波动率曲面的系数 β 进行联动性分析。发现系数 β 之间也存在联动性，并对引发 β 联动性的经济因素进行分析。

最后，深入探讨了影响隐含波动率曲面 β 系数的经济因素。并对这些经济因素展开深入的阐述。

1.4 本文结构

本文总共分为六章，内容安排如下：

第一章为引言，主要介绍了文章的研究背景和动机、研究内容和主要结论、文章的贡献等内容；

第二章为文献综述，介绍了现有学者对期权隐含波动率曲面的研究，不同市场之间联动性的研究，以及决定隐含波动率的经济因素的研究，并总结了相关文献研究方法的优缺点。

第三章是数据描述和研究方法，介绍了文章所采用的数据，并初步分析了

期权数据，以获悉美国和台湾期权市场上投资者的交易习惯以及对不同期权合约的偏好。

第四章为实证研究第一部分，即探究美国与台湾期权市场之间的联动性。该章具体采用的方法包括格兰杰因果检验、脉冲响应分析、方差分解等等。首先，对已有的期权隐含波动率数据进行分析，发现两个期权市场的确存在联动性。紧接着，对拟合隐含波动率曲面的 β 系数进行联动性分析，分别从在值程度和剩余期限维度来检验联动性。

第五章为实证研究第二部分，即探究影响系数 β 的经济因素。引入了标的资产历史波动率、交易量、动量指标等一系列经济因素作为解释变量，系数 β 为被解释变量，进行回归。

第六章为结论。

Degree papers are in the “[Xiamen University Electronic Theses and Dissertations Database](#)”.

Fulltexts are available in the following ways:

1. If your library is a CALIS member libraries, please log on <http://etd.calis.edu.cn/> and submit requests online, or consult the interlibrary loan department in your library.
2. For users of non-CALIS member libraries, please mail to etd@xmu.edu.cn for delivery details.